



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

VÝROBA A TESTOVÁNÍ VODÍTKA ŘETĚZU NA JÍZDNÍM KOLE

PRODUCTION AND TESTING OF THE CHAIN GUIDE OF THE BICYCLE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Piruch

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Martin Piruch**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Výroba a testování vodítka řetězu na jízdním kole

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vyřešení specifické situace při provozu jízdního kola v reálném terénu. Znalost vhodných konstrukčních materiálů k tomuto účelu. Definování a doporučení podmínek pro různé typy jízdních kol. Zobecnění poznatků vycházejících z autorem provedených jízdních zkoušek.

Cíle bakalářské práce:

1. Konstrukční možnosti řešení.
2. Návrh řešení pro autorovy podmínky.
3. Sestavení výrobního procesu.
4. Vyrobení vzorku.
5. Testování výrobku v reálných podmínkách.
6. Technicko-ekonomické posouzení.
7. Diskuze výsledků.

Seznam literatury:

SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a Jiří DVOŘÁČEK. Základy konstruování. 5. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2013. 236 s. ISBN 978-80-7204-839-7.

FREIBAUER, Martin, Hana VLÁČILOVÁ a Milena VILÍMKOVÁ. Základy práce v CAD systému SolidWorks. 2. vyd. Brno: Computer Press, a.s., 2010. 326 s. ISBN 978-80-251-2504-5.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu I. 2. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2003. 516 s. ISBN 80-720-4283-1.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu II. 2. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2003. 516 s. ISBN 80-720-4283-1.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. 1. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

MICHNA, Štefan et al. Encyklopedie hliníku. 1. vyd. Prešov: Adin, 2005. 700 s. ISBN 80-89041-88-4.

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.

KARPIŠEK, Zdeněk. Matematika IV: Statistika a pravděpodobnost. 3. vyd. Olomučany: CERM, s.r.o., 2007. 170 s. ISBN 978-80-241-3380-9.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s.r.o. a Scientia, s.r.o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s.r.o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 4. 11. 2016



prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem, výrobou a testováním vodítka řetězu na horské kolo typu cross country. V první části je provedena rešerše konstrukčních řešení dostupných vodítek. Poté se práce věnuje návrhu vlastního typu upnutí a konstrukce vodítka. Následuje výběr vhodného materiálu, metody výroby a samotná výroba. Dále je vyrobený vzorek testován v provozu. Nakonec je zhodnocena funkčnost a správnost návrhu, postup výroby a uplatnitelnost na trhu.

KLÍČOVÁ SLOVA

vodítko, ramínko, klec, jednopřevodník, řetěz, frézování, 3D tisk, cross country

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with a designing, manufacturing and testing of chain guide for cross country mountain bike. In the first part construction types of chain guides is described. Next own design of chain guide is made. Suitable material and manufacturing method are chosen and chain guide is manufactured. Next part describes testing of the chain guide. In the end of thesis functionality, design, manufacturing method and using ability on the market are evaluated.

KEYWORDS

chain guide, body, cage, single chainring, chain, milling, 3D print, cross country

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PIRUCH, M. *Výroba a testování vodítka řetězu na jízdním kole*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 50 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Milana Kalivody a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24. května 2017

.....

Martin Piruch

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Milanu Kalivodovi (VUT v Brně, FSI, ÚST) za cenné rady při tvorbě této bakalářské práce.

Dále pánům Jiřímu Čechovi (VUT v Brně, FSI, ÚST), Ing. Křištofu Dočkalovi (VUT v Brně, FSI, ÚK) a paní Jarmile Houdkové (VUT v Brně, FSI, ÚST) za pomoc při výrobě vzorku.

Dále bych chtěl poděkovat mým rodičům za podporu během celého studia.

OBSAH

Úvod	10
1 KONSTRUKČNÍ MOŽNOSTI ŘEŠENÍ	11
1.1 Uchycení systémem ISCG	11
1.2 Uchycení pod miskou	13
1.3 Uchycení objímkou	14
1.4 Uchycení na navářku přesmykače	14
1.5 Uchycení low direct mount	15
2 NÁVRH ŘEŠENÍ PRO AUTOROVY PODMÍNKY	16
2.1 Návrh konstrukce	17
2.2 Návrh součásti ramínko	19
2.2.1 Výběr materiálu součásti ramínko	20
2.3 Návrh součásti klec	20
3 SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PROCESU	22
3.1 Výrobní proces součásti ramínko	22
3.2 Výrobní proces součásti klec	23
4 VÝROBA VZORKU	25
4.1 Výroba součásti ramínko	25
4.1.1 Sestavení programu frézování	26
4.1.2 Povrchová úprava	28
4.2 Výroba součásti klec	30
5 TESTOVÁNÍ VÝROBKU V REÁLNÝCH PODMÍNKÁCH	33
5.1 Testování správnosti návrhu	33
5.2 Testování pevnosti	35
5.3 Testování funkčnosti	35
5.4 Závěr testování	37
6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ	38
6.1 Možnosti výroby součásti ramínko	38
6.2 Možnosti výroby součásti klec	38
6.3 Cena výroby vzorku	39
6.4 Porovnání autorova vodítka s konkurencí	41
7 DISKUZE VÝSLEDKŮ	42
7.1 Výhody a nevýhody	42

7.2	Zhodnocení hmotnosti a materiálu	43
7.3	Barevné provedení	43
7.4	Použití pro jiná kola	43
7.5	Uplatnění na trhu	44
ZÁVĚR.....		45
Seznam použitých zkratk a symbolů		48
Slovník odborných pojmů z cyklistiky		49
Seznam příloh		50

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukcí vodítka na horské kolo pro disciplínu cross country, které slouží jako pomůcka proti padání řetězu z převodníku u jednopřevodníkových systémů pohonu kol, zejména při jízdě ve volném terénu, kde velké množství nerovností způsobuje rozkmitání řetězu a jeho případný pád.

Systém pohonu kola jedním převodníkem přináší mnoho výhod. Nejvýznamnějšími z nich jsou snížení hmotnosti, jednodušší ovládání, menší náchylnost na zanášení převodníků blátem a lepší průchodnost terénem, což způsobilo jeho velké rozšíření v závodním použití a úpadku dvojpřevodníkového systému. Absence přesmykače ale znamená ztrátu komponentu, který pomáhá držet řetěz na převodníku, případně ho po spadnutí i za jízdy nasadit. Tento nedostatek je řešen použitím převodníku se speciálně tvarovanými zuby, tzv. narrow-wide, u něhož se střídají úzké a široké zuby, které přesně zapadají do mezer článků řetězu a díky menší vůli mezi převodníkem a řetězem je dosaženo jeho lepšího držení na převodníku (obr. 1). Doplněním převodníku vodítkem umístěným v místě náběhu řetězu na převodník a napínákem řetězu, kterým může být také silnější ramínko přehazovačky, minimalizujeme šanci pádu řetězu. Zvýšené riziko pádu řetězu a tedy větší nutnost použití vodítka je u celoodpružených horských kol, hlavně u těch s vyšším zdvihem zadní stavby, protože při pohybu zadní stavby se zkracuje vzdálenost osy zadního kola od středového složení, napnutí řetězu se lehce povolí a může snáze dojít k jeho pádu.



Obr. 1 Převodník s Narrow-wide zuby [1]

1 KONSTRUKČNÍ MOŽNOSTI ŘEŠENÍ

Vodítka jsou používána ve všech disciplínách horských kol, kde je využíváno jednopřevodníkového systému pohodu. U dvoj a troj převodníkového systému funkci vodítka plní přesmykač. Vodítka se liší zejména konstrukčním řešením, tvarem těla i klece a možnostmi doplnit vodítko napínákem řetězu nebo nárazníkem sloužícího k ochraně převodníku před nárazy.

Pro disciplíny freeride, downhill a fourcross jsou používána velká robustní vodítka většinou doplněná nárazníkem a napínákem řetězu zajišťující pevné držení řetězu na převodníku i při těch největších rázech. Naproti tomu horská kola typu cross country a enduro využívají menší vodítka s důrazem na minimální hmotnost a velikost. Vodítka bývají standardně vybavena drážkou pro vedení klece dostatečně velkou pro použití velkého rozsahu převodníků. Většinou jsou schopny bez problémů zvládnout průměry převodníků s 28-38 zuby. Hlavním parametrem při výběru vodítka je systém uchycení vodítka na rám. Existuje několik možností uchycení vodítka k rámu kola a většina výrobců vodítek nabízí více možností uchycení. Při výběru vodítka je také možnost výběru jak materiálu těla i klece, tak rozmanitého barevného provedení.

1.1 UCHYCENÍ SYSTÉMEM ISCG

Jedná se o připevnění vodítka pomocí dvou nebo tří šroubů. Systém ISCG je realizován ve formě třech navárek přímo na rámu v oblasti středu nebo adaptéru, jenž se umístí pod miskou středového složení a zajistí jejím dotažením (obr. 2). Existují dva typy systému ISCG označované jako ISCGold a ISCG05. Jediným rozdílem mezi těmito typy je jiná rozteč děr pro šrouby.



Obr. 2 Adaptér ISCG05 [2]

Tento systém uchycení je velmi rozšířený a univerzální, jelikož adaptér jde upnout pod všechny misky klasického středového složení Bottom bracket, jehož misky s ložisky drží v rámu pomocí závitů. Celá řada rámu určených především ke sjezdovým disciplínám (downhill, freeride, fourcross), je již z výroby vybavena navárkami, neboť je vodítko při těchto disciplínách nepostradatelné.

Díky velkému tělu lze vodítko snadno doplnit nárazníkem a napínákem řetězu. Toto se využívá ve sjezdových disciplínách, kde je potřeba maximální ochrany řetězu před pádem. Typickým vodítkem s velkým tělem, uchycením pomocí třech šroubů a doplněným napínákem a nárazníkem je vodítko e*thirteen LG1+ ukázáno na obr. 3, které se využívá pro sjezdové disciplíny.



*Obr. 3 Vodítko e*thirteen LG1+ s napínákem a nárazníkem [3]*

V ostatních disciplínách (cross country, maraton, enduro) se vodítko nejčastěji používá samotné, pouze tělo s klecí. Tyto vodítka mohou mít uchycení pouze pomocí dvou šroubů, což vede ke zmenšení těla a snížení hmotnosti. Příkladem vodítka pro cross country s uchycením ISCG05 pomocí dvou šroubů je En Top Mini od českého výrobce Manobike (obr. 4).



Obr. 4 Vodítko En Top Mini[4]

Výhodou uchycení vodítka pomocí systému ISCG je velký rozsah nastavení přesné polohy vodítka, zvláště natočení, díky drážkám pro šrouby. Výhodou je také možnost snadno doplnit vodítko napínákem anebo nárazníkem. Tento systém je možné použít pro většinu kol. Nevýhodou je nutná demontáž klik při instalaci vodítka.

1.2 UCHYCENÍ POD MISKU

Další možností uchycení těla vodítka je jeho upnutí pod misky s ložisky středového složení stejně jako adaptér systému ISCG, tedy klasického složení Bottom bracket. Nejde však použít u středového složení typu PressFit, z důvodu malého tlaku upnutí. U složení PressFit jsou ložiska vloženy do plastových misek a ty jsou do rámu nalisovány. Pevnost spoje však není taková jako je tomu u středového složení Bottom Bracket. Středové složení BB30, které misky postrádá úplně, neboť ložiska jsou zde nalisována přímo do rámu, taktéž nejde použít.

Tělo vodítka je podobné jako u typu ISCG, rozdíl je však jiným tvarem v místě upnutí, kde je užší kruhový otvor a tělo je v tomto místě tenčí (obr. 5). Příliš tlusté tělo by zvětšilo vzájemné vzdálenosti ložisek v miskách, což by způsobilo potíže při dotažení klik. Tyto vodítka se nejčastěji používají pro disciplíny cross country a enduro. Pro sjezdové disciplíny jsou nevhodné, jelikož nejsou možné doplnit o nárazník a napínák. Výhodou tohoto typu uchycení je možnost jeho použití pro mnoho typů rámu se středovým složením Bottom bracket. Nevýhodou je nutnost demontáže klik a misky středového složení při jeho montáži.



Obr. 5 Vodítko MRP 1x V3 s uchycením pod misku [5]

1.3 UCHYCENÍ OBJÍMKOU

Toto uchycení je realizováno objímkou kolem sedlové trubky. Výhoda tohoto typu je ta, že není potřeba demontáže klik a středového složení při jeho instalaci. Toto vodítko jde použít u všech rámců s pevnou zadní stavbou a kruhovým průřezem sedlové trubky. Uchycení objímkou nabízí možnost přesného nastavení výšky objímky, popřípadě i natočení. Nejde však použít pokaždé. Například některá celoodpružená kola mají v místě uchycení objímky tlumič zadního odpružení, sedlová trubka některých rámců nemá kruhový průřez anebo je speciálně tvarovaná. Zajímavým příkladem vodítka s tímto typem uchycení je vodítko Chainguide 02 od firmy Hope díky jeho minimalistické kleci (obr. 6). Ta zabrání vertikálnímu pohybu řetězu mimo zuby převodníku. Toto řešení je vhodné pro disciplínu cross country díky tvaru i minimální hmotnosti.



Obr. 6 Vodítko Hope Chainguide 02 s uchycením na objímku [6]

1.4 UCHYCENÍ NA NAVÁŘKU PŘESMYKAČE

Některé rámy jsou vybaveny speciální navářkou na sedlové trubce určené pro uchycení přesmykače. V případě použití jednopřevodníku a absence přesmykače lze tuto navářku použít k jednoduchému, přesnému a rychlému upnutí ramínka vodítka. Nevýhodou tohoto typu je však omezená možnost nastavení přesně požadované polohy vodítka vůči převodníku, zvláště pak natočení. Příkladem vodítka s upnutím na navářku přesmykače je e*Thirteen XCX (obr. 7).



*Obr. 7 Vodítka e*Thirteen XCX s upnutím na navářku [7]*

1.5 UCHYCENÍ LOW DIRECT MOUNT

Jedná se o uchycení pomocí dvou šroubů k malým navářkám umístěným u středu rámu na sedlové trubce. Díky tomuto řešení je tělo vodítka „schováno“ za převodníkem a má malé rozměry, což přispívá k minimalistickému vzhledu celého vodítka a nízké hmotnosti. Proto se tento systém nejčastěji používá u kol typu cross country. Vodítkem tohoto typu je například S3/type E od firmy OneUp (obr. 8). Tento způsob je nejnovější typ uchycení a v posledních letech je stále více používán u ráhů pro disciplínu cross country.



Obr. 8 Vodítka OneUp S3/type E Direct mount [8]

2 NÁVRH ŘEŠENÍ PRO AUTOROVY PODMÍNKY

Návrh řešení upínacího systému vodítka v této bakalářské práci na míru autorových podmínek je z důvodu specifických vlastností rámu, který je používán. Návrh je zhotoven pro rám Myroon 29 Prestige od rakouské firmy KTM. Od počátku je rám používán s jednopřevodníkovým systémem pohonu kola bez vodítka. S novým převodníkem obvykle nebývá s padáním řetězu problém. Může se však stát, že kombinací rázů při jízdě a nevhodným šlápnutím vzad dojde k pádu řetězu i u nového převodníku. Postupem času, kdy se převodník začne sjíždět a zvětšuje se opotřebení zubů, roste také riziko pádu řetězu. Tento problém je nežádoucí zvláště v závodech, kde by čas strávený nasazením řetězu mohl znamenat ztrátu času a dobré pozice v závodech. Při obyčejných vyjíždkách sice není časová ztráta podstatná, pád řetězu však může způsobit zničení komponentů.

Ani jeden z dostupných systémů uchycení vodítek však není vhodný pro tento rám. Tento rám nenabízí možnost upnutí dostupných typů vodítek. Detail rámu v oblasti středu určené k upnutí vodítka ukazuje obr. 9.



Obr. 9 Detail středové oblasti rámu [1]

Absence navářek typu ISCG znemožňuje použití vodítka pro tento typ uchycení. Adaptér ISCG ani vodítko s uchycením pod misky s ložisky nelze použít, jelikož je na rámu použito středového složení typu PressFit, kde jsou ložiska vloženy do plastových misek, které jsou do rámu nalisovány. Ty však v rámu nedrží tak pevně jako je tomu u středového složení typu Bottom bracket, u něhož jsou misky do rámu zašroubovány a neudrží vodítko v požadované poloze.

Použití uchycení vodítka objímkou na sedlovou trubku u tohoto rámu je vyloučeno z důvodu oválného průřezu sedlové trubky. Je možné použít objímku oválného tvaru anebo adaptabilní objímku, tento typ však není na trhu běžně dostupný.

Rám také postrádá navářku přesmykače, neboť se jedná o nejvyšší závodní specifikaci. Kvůli masivnímu rozšíření pohonu kol jedním převodníkem v závodním použití byl i tento rám navržen výhradně pro jednopřevodníkový pohon a z tohoto důvodu jej výrobce navářkou na přesmykač nevybavil.

Rám Myroon 29 Prestige postrádá také možnost uchycení low direct mount. V roce výroby tohoto modelu bylo počítáno s bezchybnou funkcí převodníků se zuby Narrow-wide a nepřipouštěla se možnost padání řetězu. Uchycení vodítka systémem low direct mount nabízí až nástupce tohoto modelu. Novější rámy jsou navářkami pro tento systém častěji vybaveny, a tedy použití vodítka závisí na individuálním rozhodnutí každého jezdce. Jedná se o rám vyrobený z karbonu. Proto existuje možnost navářky se závitem vyrobené z karbonu pro uchycení vodítka typu low direct mount na tento rám nalepit.

2.1 NÁVRH KONSTRUKCE

Po prozkoumání předpokladů rámu připadaly v úvahu dvě možnosti uchycení vodítka.

1. možnost:

Vodítko je možné uchytit pomocí objímky na sedlovou trubku nebo flexibilní objímky. Toto řešení si žádá výrobu speciální, přesně tvarované objímky podle tvaru průřezu sedlové trubky. Výhodou tohoto typu upnutí by byla relativně nízká hmotnost.

Značnou nevýhodou je fakt, že tento způsob upnutí není použitelný pro jakýkoliv jiný rám. Jinou možností je také použití flexibilní objímky, která se tvaru sedlové trubky přizpůsobí. Problémem je sestrojení dostatečně tuhé konstrukce, aby vodítko drželo přesně na požadovaném místě při jízdě v terénu. To znamená, že by si konstrukce žádala část pevného těla, která by tvarem kopírovala zakřivení sedlové trubky.

2. možnost:

Vodítko je možné uchytit na sedlovou trubku pomocí šroubů určených k montáži košíku na láhev. Uchycení je možno realizovat pomocí vhodně tvarovaného ramínka. Je zřejmé, že toto řešení má své výhody i nevýhody. Výhodou je snadná montáž bez nutnosti demontáže klik a převodníku. Není problém také na vodítko připevnit košík na láhev a využít obě místa na rámu k uchycení košíku. To je výhoda při dlouhých letních vyjíždkách nebo závodech.

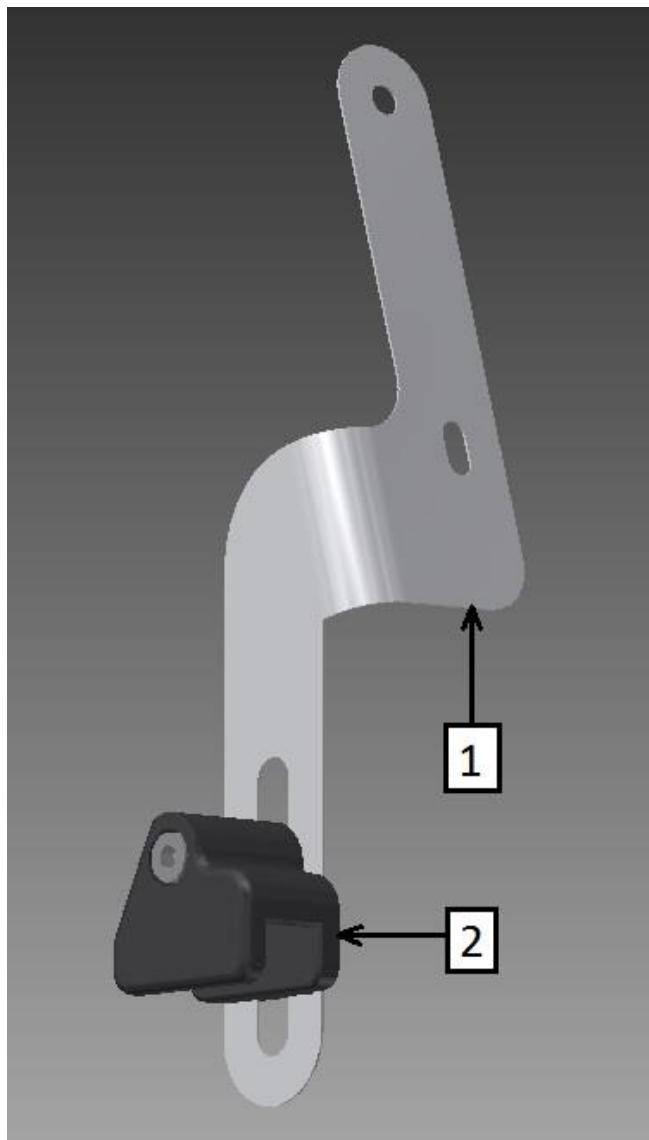
Toto řešení má i nevýhody:

- Univerzálnost z důvodu rozdílné geometrie ráků, konkrétně sklonu sedlové trubky a její vzájemné polohy vůči ose středu ráku,
- některé ráky mají šrouby pro upnutí košíku v jiné výšce od osy středu ráku,
- nastavení stranového vychýlení klece vodítka od sedlové trubky, řešené vložením různě tlustými podložkami mezi klec a ramínko.

Možnost použití tohoto typu uchycení pro jiné ráky je vyšší než při použití speciální objímky. K vyšší univerzálnosti také pomůže konstrukce, která umožňuje naklonění klece.

3. Výběr konstrukce:

Po zvážení výhod a nevýhod obou možností byl vybrán typ s uchycením na sedlovou trubku. Při výběru bylo přihlíženo na jednoduchost konstrukce pro výrobu i použití v reálných podmínkách a univerzálnost použití vodítka i pro jiné ráky. Byl vytvořen virtuální model vodítka pro lepší představu o tvaru (obr. 10).



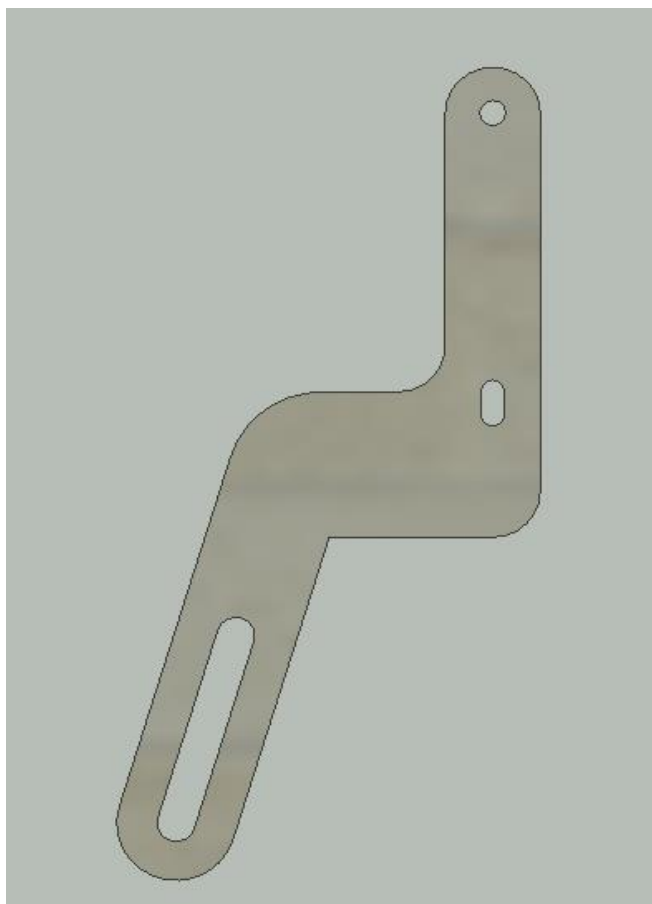
Obr. 10 Model vodítka [1]; 1 – ramínko; 2- klec;

2.2 NÁVRH SOUČÁSTI RAMÍNKO

Ramínko je díl z plechu, upnutý pomocí dvou šroubů na sedlovou trubku a vhodně ohnutý na stranu převodníku, kde nese klec. Při návrhu rozměrů ramínka bylo vycházeno z několika hlavních předpokladů:

- Úhel sedlové trubky je 17° ,
- rozteč šroubů je 63,5 mm,
- součást se musí ohnout o 90° tak, aby mezi ramínkem a sedlovou trubkou bylo dostatek místa pro matku,
- část určená pro uchycení klece musí být svislá a umístěná 20 mm za středovou osou a to z důvodu, že klec by měla být lehce před místem náběhu řetězu na převodník,
- vybrání pro vedení klece musí mít dostatečný rozsah pro použití převodníků s 30 – 38 zuby.

Všechny potřebné rozměry byly naměřeny digitálním posuvným měřidlem, zejména rozteč šroubů a potřebná vzdálenost vodítka od sedlové trubky. Ostatní rozměry byly voleny dle uvážení a bylo počítáno s případnou úpravou rozměrů po výrobě a testování. První návrhy byly provedeny na papír. Pomocí náčrtů byl navržen ideální tvar i rozměry. Tento způsob se osvědčil, neboť byla načrtnuta základní geometrie rámu včetně průměrů jednotlivých převodníků a bylo patrné, jaký tvar by součást měla mít. Pro lepší vizuální představu byl tvar ramínka vymodelován v programu Autodesk Inventor Professional 2015 (obr. 11).



Obr. 11 Podoba součásti ramínko před ohnutím [1]

Uchycení ramínka je realizováno pomocí šroubů s metrickým závitem M5, které jsou pro uchycení košíku standardní. Pomocí norem byly vybrány vhodné díry pro šrouby. Průměr díry je $d_h = 5,5$ mm. Jedna díra byla zvolena jako kruhová druhá jako oválná z důvodu vyšší univerzálnosti. Proto byla rozšířena o ± 5 mm od naměřené rozteče. [9]

Drážka má šířku 8H8 mm. Výrobní výkres součásti klec viz příloha 3. [9], [10]

2.2.1 VÝBĚR MATERIÁLU SOUČÁSTI RAMÍNKO

Požadované vlastnosti materiálu:

- Dostatečná pevnost, aby vydržel nárazy řetězu,
- ramínko se nesmí ohnout při pádu nebo zadření řetězu mezi klec a převodník,
- nízká hmotnost a možnost dobré povrchové upravitelnosti,
- dobrá dostupnost a obrobitelnost pro jednoduchou výrobu vzorku.

Vhodným materiálem pro tuto součást je dural:

- Je výrazně tvrdší a pevnější v tahu než čistý hliník,
- jen nepatrně těžší než hliník,
- dobře obrobitelný a dá se dobře povrchově upravovat,
- malá odolnost vůči korozi, která se dá zvýšit eloxováním.

Pro výrobu součásti ramínko byl použit duralový plech o tloušťce 3 mm. [10]

2.3 NÁVRH SOUČÁSTI KLEC

Nejdůležitějšími parametry součásti klec jsou rozměry drážky. Při řazení na kterýkoliv rychlostní stupeň musí mezi klecí a řetězem zůstat vůle, aby řetěz o klec nedřel. Vůle nesmí být příliš velká, aby nedošlo k pádu řetězu. Při návrhu rozměrů drážky bylo také myšleno na vychylování a zvedání řetězu při řazení rychlostních stupňů.

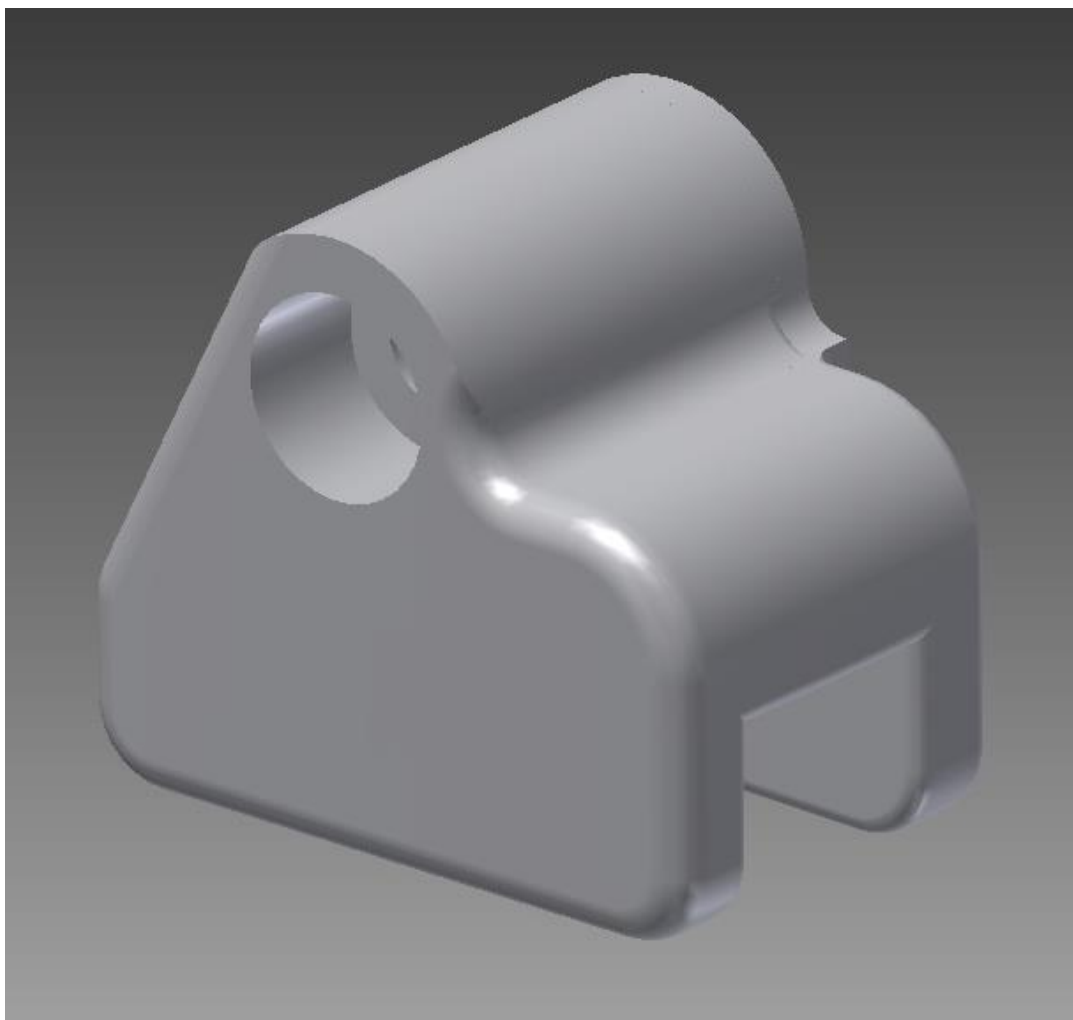
Návrh rozměrů drážky:

- Změření vzdálenost krajních pastorků od středu kazety, rozdíl poloměrů nejmenšího a největšího pastorku a vzdálenost osy klik a zadního kola,
- vypočítání úhlů vychýlení řetězu do stran a nahoru při řazení,
- vytvoření pracovního prostoru, který řetěz při řazení vykreslí,
- návrh rozměrů drážky pomocí tohoto pracovního prostoru.

Rozměry drážky byly navrženy tak, že se směrem dozadu rozšiřuje a její rozměry jsou zvětšeny o velikost navržené vůle přičtené k rozměrům pracovního prostoru řetězu.

Dle uvážení byla vybrána ideální poloha klece. Správná poloha klece zaručuje její dobrou funkčnost. Klec je tedy umístěna v tak, že z větší části leží před bodem náběhu řetězu na převodník. V tomto místě je nejúčinnější držení řetězu a není zde příliš velké vychylování řetězu, což umožňuje použít co nejúžší drážku. Tloušťka stěn byla volena dle uvážení. Musí však být dostatečně silná, aby vydržela nárazy řetězu. Stěna dále od sedlové trubky nesmí vadit při šlapání.

Při návrhu součásti klec, pomohl nárys průměrů převodníků a vychylování řetězu na papír. Stranové nastavení polohy klece bylo vyřešeno vložením podložek mezi ramínko a klec. Je zapotřebí mít k dispozici různé tloušťky podložek (příloha 2) pro přesné nastavení polohy klece. Klec byla vymodelovaná v programu Autodesk Inventor Professional 2015 pro představu tvaru (obr. 12, příloha 1).



Obr. 12 Návrh součásti klec [1]

Klec je k ramínku připevněna šroubem a matkou s metrickým závitem M5. Pod hlavou šroubu i matkou je vložena podložka pro rovnoměrnější rozložení tlaku po dotažení. Šroub je dlouhý 30 mm. Pomocí norem byly vybrány vhodné rozměry díry pro šroub i pro zapuštění hlavy. Průměr díry pro šroub je 5,3H12 mm. Průměr díry pro hlavu šroubu je 10H13 mm a je hluboká 7,2 mm. [9]

3 SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

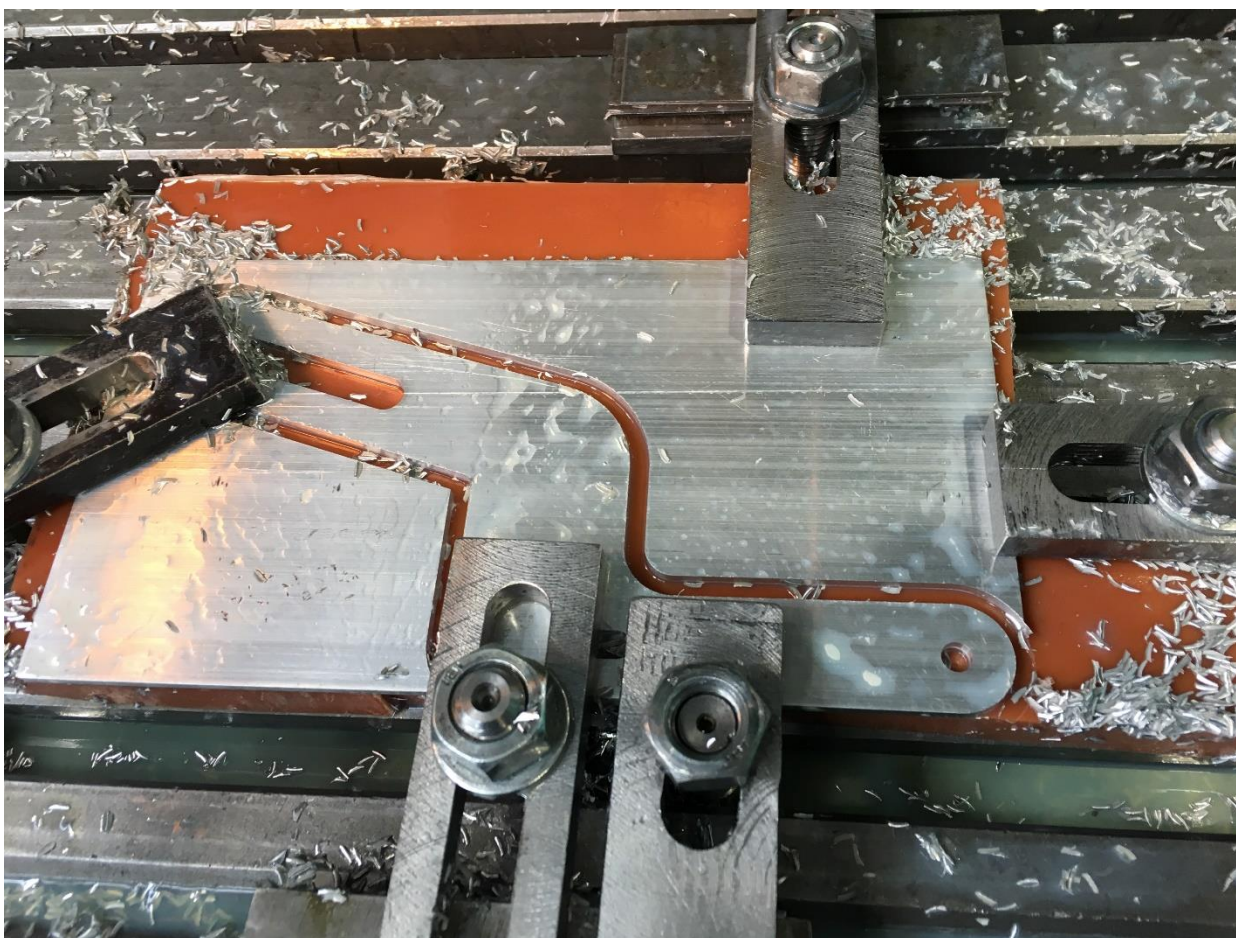
Pro názornou představu o postupu výroby obou součástí byl sestaven výrobní proces. Bylo počítáno s možností špatného návrhu rozměrů obou součástí, nutné korekce rozměrů pro zlepšení funkčnosti a následného zopakování výroby nového vzorku. Proto musela být výroba levná a jednoduchá. Důležitým bodem sestavení výrobního procesu byl výběr vhodné metody výroby. Metoda byla vybírána s ohledem na možnost výroby vzorku ve školních dílnách. Důležitým parametrem při výběru metody byla jednoduchost změny výrobního procesu při korekci rozměrů součástí a levná výroba jednoho kusu součásti.

3.1 VÝROBNÍ PROCES SOUČÁSTI RAMÍNKO

Ramínko je možno vyrobít pomocí několika různých metod. Pro výrobu ramínka bylo potřeba zvolit vhodnou metodu výroby jednoho kusu. Pro tento účel je možné použít laserové vypalování. Školní zařízení však není dostatečně výkonné pro výrobu součásti z 3 mm tlustého plechu. Jako výrobní metoda bylo nakonec zvoleno frézování (obr. 13). Frézování je metoda třískového odběru materiálu. Jako řezný nástroj byla použita karbidová fréza. [14],[15]

Výroba součásti ramínko byla rozdělena do následujících kroků:

- Naměření potřebných rozměrů,
- náčrt součásti na papír,
- vymodelování součásti ramínko v programu Autodesk Inventor Professional 2015 z důvodu lepší představy o tvaru a usnadnění další výroby,
- vytvoření programu pro výrobu součásti v řídicím programu frézky. K vytvoření programu pomohlo zjištění souřadnic významných bodů na součásti z virtuálního modelu,
- upnutí materiálu do pracovního prostoru frézky,
- frézování,
- opracování součásti po frézování, především zbroušení ostrých hran,
- ohnutí součásti do požadovaného tvaru,
- broušení povrchu,
- povrchová úprava.



Obr. 13 Ukázka frézování součásti dle navrženého procesu [1]

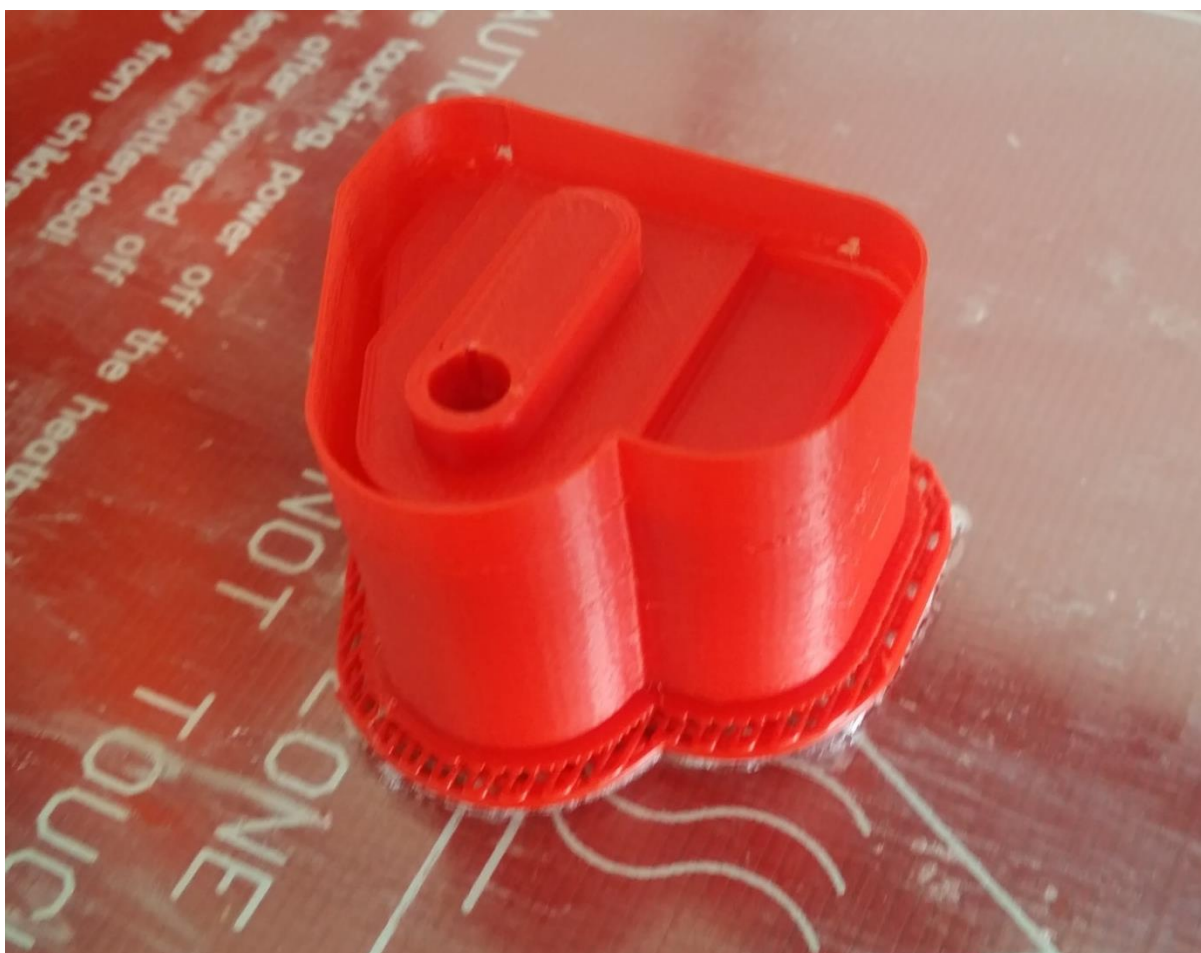
3.2 VÝROBNÍ PROCES SOUČÁSTI KLEC

Výroba součásti klec byla zvolena 3D tiskem. Pro tento účel je 3D tisk vhodný díky rychlosti a jednoduchosti výroby kusového vzorku a možnosti výroby i tvarově složité součásti. Výhodou 3D tisku je jednoduchá výroba nového kusu po změně rozměrů. Pevnost prototypu vyrobeného touto metodou je pro ověření správnosti navržených rozměrů a testovací účely dostačující.

3D tisk je metoda technologie výroby, která se označuje jako Rapid prototyping. Jedná se o výrobu prototypu na základě 3D virtuálního modelu. Ten je následně automaticky rozdělen do tenkých vrstev, které jsou poté na sebe kladeny při tisku, a tím vznikne finální model (obr. 14). Existuje více druhů 3D tiskáren, které se od sebe liší zejména používaným materiálem pro výrobu součásti ale i technologií, kterou je materiál roztaven anebo vytvrzen. [13]

Postup výroby součásti klec byl rozdělen do následujících kroků:

- Naměření potřebných rozměrů součásti,
- náčrt tvaru na papír,
- vymodelování součásti v programu Autodesk Inventor Professional 2015. Tento krok je vhodný pro lepší představu tvaru i následnou výrobu,
- export modelu součásti ve formátu (*.stl),
- otevření modelu součásti v programu Simplify3D,
- nastavení parametrů tisku,
- přenesení modelu do tiskárny pomocí SD karty,
- samotný tisk,
- odstranění přebytečného materiálu.



Obr. 14 Ukázka podoby součásti po dokončení tisku dle navrženého postupu [1]

4 VÝROBA VZORKU

Dalším krokem byla výroba obou součástí. Tato část bakalářské práce byla pro autora velmi poučná a zajímavá, protože si za asistence vyučujících sám zkusil výrobu obou součástí. Pro výrobu součásti ramínko bylo třeba opatřit materiál pro výrobu. Klíčové bylo sestavit výrobní program a správně upnout obrobek. Pro správný tvar klece bylo potřeba správné nastavení parametrů tisku. Výrobu součástí klec a ramínko ukazují také obr. 13 a 14 v předešlé kapitole.

4.1 VÝROBA SOUČÁSTI RAMÍNKO

Ramínko bylo vyrobeno na frézce FV 25 CNC A ve školní dílně (obr. 15). Řídicím systémem této frézky je systém Heidenhain iTNC 530. Jedná se o konzolovou frézku, která používá tříosý kartézský souřadný systém. Použitou frézou byla celokarbidová fréza o průměru 4 mm. Ramínko bylo nejprve vyrobeno z hliníkového plechu tloušťky 2 mm. Tento kus posloužil jako vzorek pro ověření správně navržených rozměrů, výrobitelnost a nácvik techniky ohýbání součástí. Po korekci rozměrů bylo ramínko vyrobeno z duralového plechu o tloušťce 3 mm, který vykazoval lepší vlastnosti.



Obr. 15 Frézka FV 25 CNC A [1]

Výroba součásti:

- Upnutí materiálu ke stolu do T drážek ve stole pomocí upínek. Při frézování vznikají velké posuvné síly působící na obrobek, proto je nutné zajistit pevné držení obrobku. Posunutí vzorku při frézování způsobí jeho znehodnocení (obr. 16),
- nastavení posuvné rychlosti na základě použitého materiálu a hloubky záběru. Posuvná rychlost byla zvolena $400 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$,
- z nutnosti odvodu tepla a třísek byl spuštěn okruh s procesní kapalinou,
- odstranění zbytků třísek,
- ohyb součásti na ohýbačce. Poloměr R10,
- broušení,
- eloxování.



Obr. 16 Ukázka průběhu frézování [1]

4.1.1 SESTAVENÍ PROGRAMU FRÉZOVÁNÍ

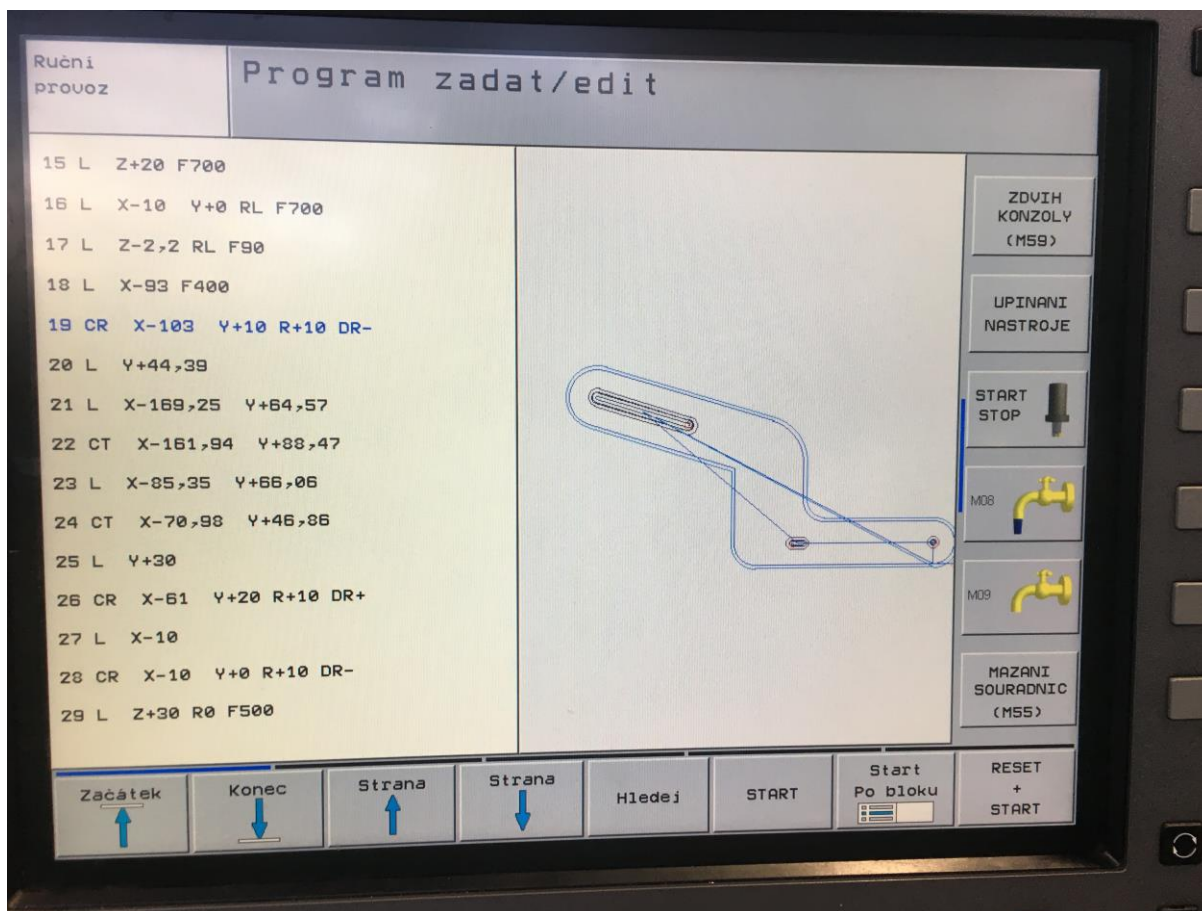
Pro frézování byl v řídicím systému Heidenhain sestaven program pro výrobu součásti:

- Zvolen výchozí bod,
- pomocí virtuálního modelu byly zjištěny souřadnice významných bodů,
- vytvoření tvaru součásti v řídicím systému frézky spojením bodů vhodnou funkcí,
- zapnutí funkce korekce poloměru nástroje. Tato funkce vytvoří po zadání průměru nástroje dráhu kolem tvaru součásti vzdálenou o poloměr nástroje (obr. 17).

Celý výrobní výkres ukazuje příloha 4. Seznam použitých funkcí a jejich význam ukazuje tabulka 1:

Tabulka 1: Přehled funkcí pro sestavení programu frézování [1]

Funkce	Význam
TOOL CALL	Volba nástroje
S5000	Nastavení otáček vřetene
M3	Start otáček vřetene ve směru hodinových ručiček
M8	Zapnutí vodního chlazení
CYCL DEF	Definice rozměrů drážky nebo díry. Hlavně délky, šířky, hloubky, natočení a rychlost posuvu
CYCL CALL POS	Zadání souřadnic středu drážky
L	Zadáním souřadnic bodu vytvoří lineární spojení zadaného a předchozího bodu. Lze zadat pouze jednu souřadnici a druhá zůstane jako poslední zadaná
CR	Vytvoří oblouk zadáním souřadnic koncového bodu, poloměru a smyslu otáčení
CT	Zadáním souřadnic koncového bodu vytvoří tzv. tangenciální oblouk, který plynule navazuje na předchozí a následující křivku
M30	Konec programu, stop a návrat na první řádek programu
F	Určí rychlost posuvu v mm/min. Příklad: F500 znamená rychlost posuvu $500 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$
RL	Korekce poloměru frézy. Dráha frézy bude ležet vlevo od vytvořeného tvaru o hodnotu poloměru nástroje



Obr. 17 Program v řídicím systému frézky pro výrobu součásti [1]

4.1.2 POVRCHOVÁ ÚPRAVA

Jako povrchová úprava součásti bylo zvoleno eloxování. Je to nejčastější povrchová úprava hliníkových součástí, kdy pomocí elektrického proudu dochází k nárůstu přirozené oxidační vrstvy na povrchu (obr. 18). Eloxování je také častá úprava cyklistických komponentů. Eloxováním je dosaženo značné odolnosti proti korozi, menší pórovitosti, lepší chemické odolnosti a vyšší tvrdosti povrchu. Vzniklá vrstva na povrchu součásti také dobře absorbuje barviva, což přispívá k vytvoření požadovaného vzhledu součásti. Eloxování je vhodné pro přípravu povrchu součásti k lakování, neboť slouží jako kotvicí vrstva laku. Výhodou eloxování je nulový nárůst hmotnosti součásti. [17]

Postup eloxování:

- Změření povrchu součásti a určení intenzity proudu k eloxování,
- odmaštění v NaOH a opláchnutí vodou,
- zavěšení do eloxační lázně. Součást se zapojí jako anoda, hliníkový plech jako katoda,
- eloxování při napětí 12 – 20 V,
- opláchnutí vodou,
- utěsnění pórů varem v destilované vodě,
- vysušení. [18]

Pokud chceme součást obarvit do požadované barvy, je před ponořením do lázně s destilovanou vodou ponořena do barevné lázně.

Intenzita proudu I pro eloxování se vypočítá:

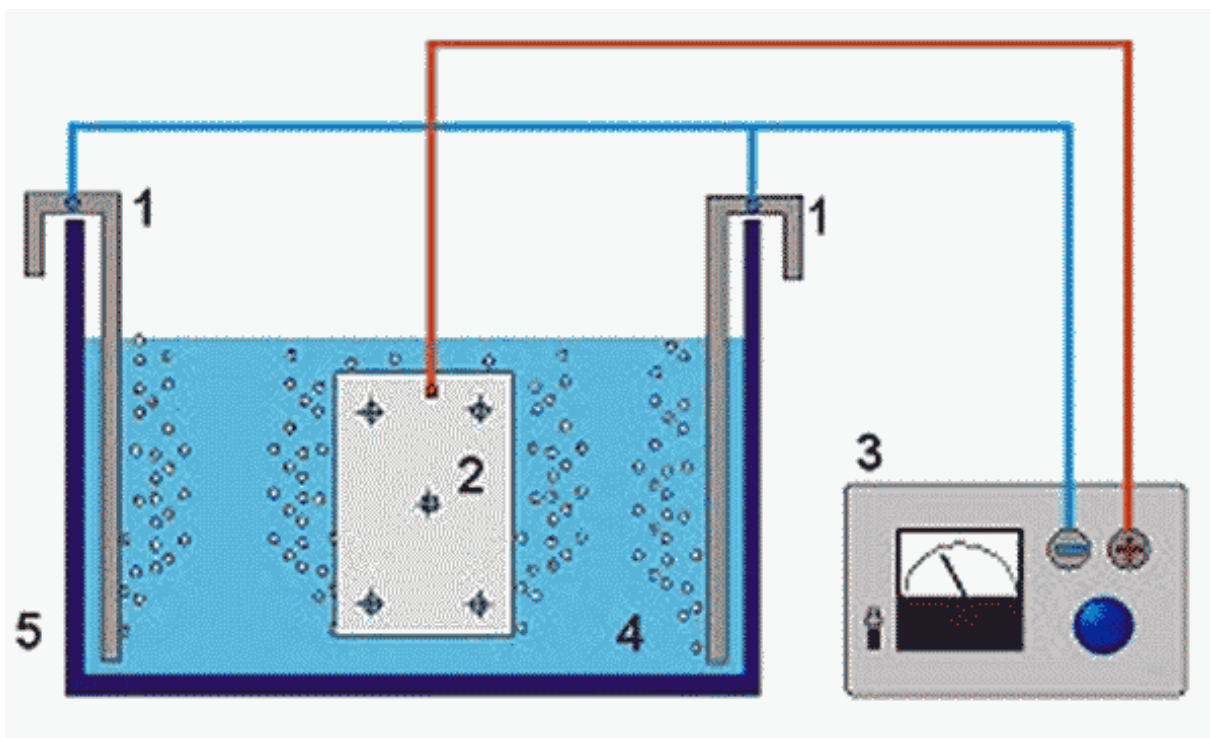
$$I = F \cdot I_A \quad [A] \quad (4.1.2.1)$$

$$I = 0,66 \cdot 1,5 = 0,99 \text{ A}$$

$$I = 1 \text{ A}$$

Kde F = povrch součásti v dm^2

I_A = proudová hustota v $\text{A} \cdot \text{dm}^{-2}$



Obr. 18 Schéma eloxační lázně [26]; 1 - katoda; 2 – anoda; 3 – proudový regulovatelný zdroj;
4- eloxační lázeň; 5 - vana

Po eloxování byla součást ramínko dokončena (obr. 19).



Obr. 19: Finální podoba součásti ramínko [1]

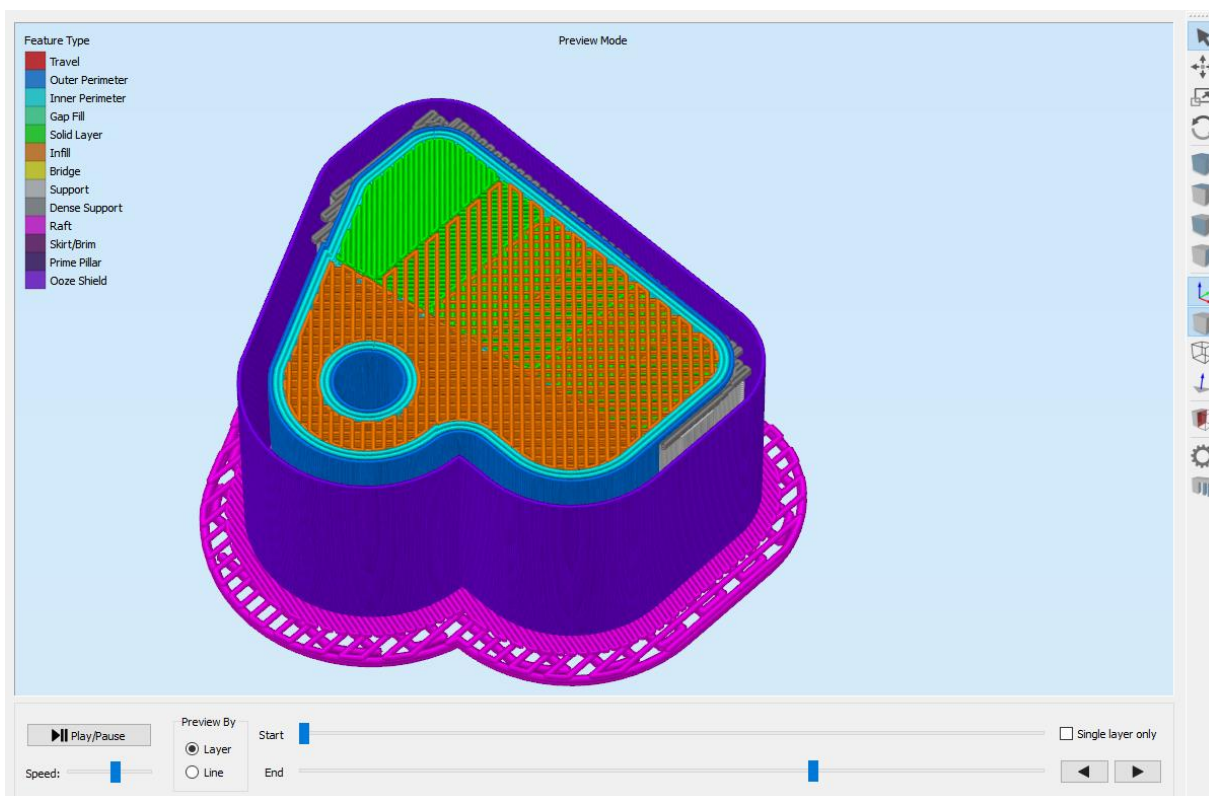
4.2 VÝROBA SOUČÁSTI KLEC

Po otevření modelu součásti v programu Simplify3D byly nastaveny parametry tisku. Vhodné nastavení parametrů zajišťuje nejvyšší možnou kvalitu vyrobené součásti (obr. 20). Problém může nastat při tuhnutí materiálu. Z důvodu rozdílné teploty sousedních vrstev může dojít k deformaci celé součásti.

Pro tisk byly nastaveny tyto parametry:

- Výška vrstvy 0,14 mm,
- výplň 50% rectilinear. Tento parametr zajišťuje vyplnění součásti materiálem z 50%,
- maximální rychlost tisku $3600 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$,
- rychlost posuvu $4800 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$,
- zapnutí Ooze shield. Tato funkce vytvoří kolem součásti ochranou stěnu pro snížení deformace a delaminace vrstev během tisku. [12]

Pro tisk součásti byla použita školní tiskárna Prusa i3 Original. Tato tiskárna tiskne plastové modely tak, že nataví materiál ve formě drátu a klade ho do vrstev dle nastavených parametrů.



Obr. 20 Ukázka simulace tisku v programu Simplify3D [12]

Vlastnosti tisku:

- Teplota trysky 252°C,
- teplota podložky 100°C,
- doba tisku 2 hodiny,
- materiál pro tisk ABS plast. [12]

Celkem byly vyrobeny tři vzorky. Při výrobě prvního vzorku došlo vlivem špatného nastavení parametrů tisku k deformaci součásti, proto byly tyto parametry před tiskem druhého vzorku upraveny. Druhý vzorek měl již požadovaný tvar a byl použit pro následné testování. Při testování byl zjištěn špatný návrh rozměrů drážky. Drážka byla navržena příliš široká a byla zjištěna možnost pádu řetězu. Proto byly tyto rozměry upraveny. Byl také zvětšen výstupek zapadající do drážky v ramínku pro vedení klece. Tento krok přispěl k většímu rozsahu možnosti stranového nastavení polohy klece vůči převodníku. Následně byla součást s vylepšenými parametry vyrobena potřetí (obr. 21).

Společně s klecí byly pomocí 3D tisku vyrobeny podložky sloužící k stranovému nastavení polohy klece. Podložky byly vyrobeny v tloušťkách 1 a 1,5 mm a jsou speciálně tvarované tak, aby přesně zapadaly mezi klec a ramínko.



Obr. 21 Ukázka průběhu tisku [1]

Po dokončení tisku byla ze součásti odstraněna ochranná stěna, základní vrstva materiálu na podložce a podpůrná konstrukce v místě drážky. Následně byla klec šroubem připevněna k ramínku (obr. 22). Tímto krokem bylo vodítko kompletní a připraveno k testování. Celková hmotnost vodítka je 50 g. Tuto hmotnost je možno ještě snížit upravením tvaru ramínka a vhodným odběrem materiálu, které nebude mít vliv na funkčnost a pevnost.



Obr. 22 Ukázka všech součástí použitých pro vodítko [1]

5 TESTOVÁNÍ VÝROBKU V REÁLNÝCH PODMÍNKÁCH

Testování vodítka zahrnovalo jeho připevnění k rámu a posouzení geometrie a několik testovacích jízd. V rámci testování bylo vodítko také použito v závodě. To mělo za účel dokázat jeho funkčnost i v závodním nasazení. Cílem testování je zjištění správnosti navržených rozměrů a přesnosti výroby. Správná geometrie vodítka je důležitá pro jeho funkčnost, zvláště rozměry drážky pro vedení řetězu.

5.1 TESTOVÁNÍ SPRÁVNOSTI NÁVRHU

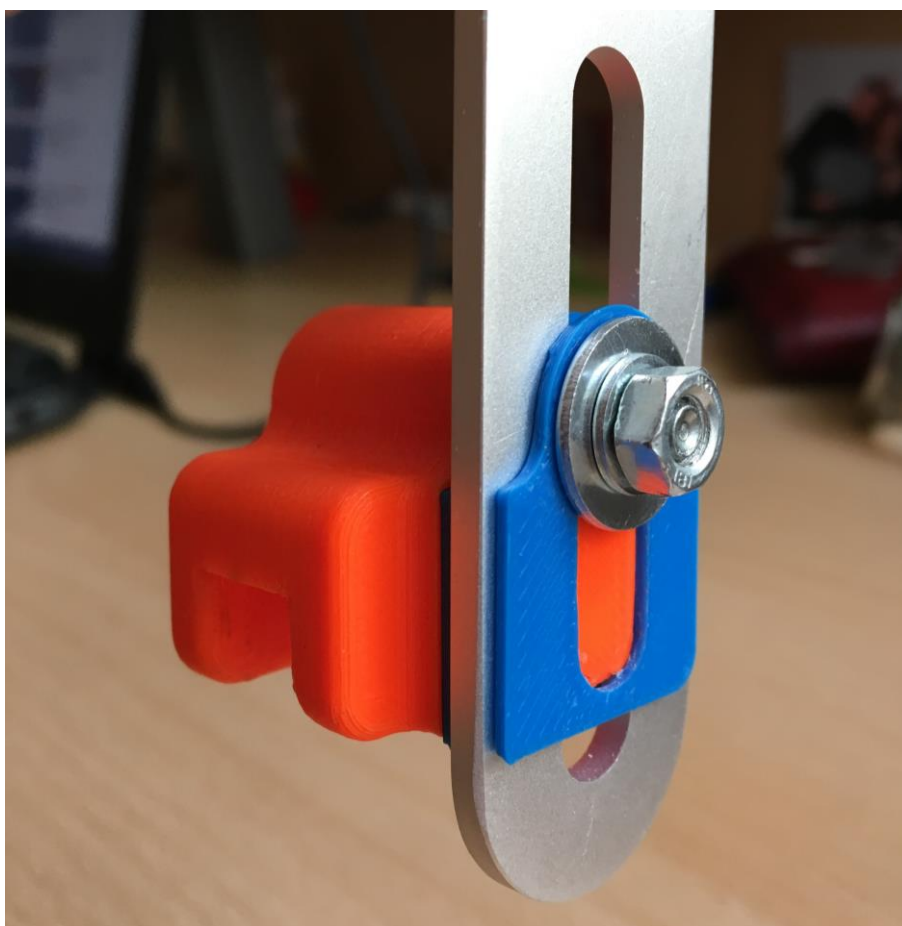
Vodítko bylo uchyceno k rámu (obr. 23). S montáží vodítka nebyl problém díky správně navržené rozteči děr k uchycení. První vyrobený vzorek ramínka byl z hliníkového plechu tloušťky 2 mm. Součást vyrobena z tohoto materiálu nebyla dostatečně pevná pro následující používání a sloužila pouze jako vzorek pro ověření správnosti návrhu geometrie a nácvik správné techniky ohýbání. Po upevnění ramínka k rámu bylo zjištěno, že navržená poloha drážky pro vedení klece není v požadované poloze a tudíž by nepokryla zadaný rozsah průměrů převodníků. Rozměry drážky a její poloha byly tedy upraveny. Současně bylo ramínko v místě drážky rozšířeno. Přidání materiálu v této oblasti přineslo zvýšení pevnosti.



Obr. 23 Vodítko v průběhu testování [1]

Druhý vzorek byl po korekci rozměrů vyroben z duralového plechu tloušťky 3 mm a vykazoval lepší vlastnosti než původní vzorek z hliníku. Tento výrobek proto prošel povrchovou úpravou a byl použit pro následné testování. Část ramínka určená k vedení klece také byla v požadované poloze. Bylo zjištěno, že drážka pro vedení klece má dostatečný rozsah pro pokrytí průměrů převodníků s 30 – 40 zuby. Tento rozsah je větší, než s kterým bylo při návrhu počítáno.

Stranová poloha klece byla nastavena podložkami vloženými mezi ramínko a klec (obr. 24). S tímto nastavením také nebyl problém. Bylo zjištěno, že pro vyšší rozsah možnosti nastavení této polohy je vhodné použít více podložek a vyšší výstupek na kleci. Proto byl tento výstupek před výrobou třetího vzorku zvětšen.



Obr. 24 Stranové nastavení klece pomocí podložek [1]

Nejdůležitějším parametrem pro správnou funkci vodítka jsou rozměry drážky v kleci pro vedení řetězu. Po montáži vodítka k rámu byla nastavena správná poloha klece. Klec musí být dost vysoko, aby o ni nedřel řetěz ani při zařazeném nejlehčím rychlostním stupni, kdy řetěz sedí na největším pastorku a je tedy nejvíce vychýlen. Při tomto zařazení zůstane mezi řetězem a klecí malá vůle. Je-li vodítko správně navrženo, vůle se nezvětší ani při zařazení řetězu na nejmenší pastorek. To zabraňuje „vyskočení“ řetězu ze zubů převodníku.

Kolo bylo upnuto do stojanu a postupně řazeny všechny rychlostní stupně na kazetě, přičemž důležité byly hlavně nejlehčí a nejtěžší převod, kdy dojde k největšímu vychýlení řetězu. Bylo zjištěno, že drážka byla navržena příliš široká a řetěz by mohl spadnout. Rozměry drážky byly

upraveny a součást byla vyrobena znovu. Na nové kleci byla také upravena horní stěna drážky, která byla více zešíkmena. Byl také zvětšen výstupek na kleci pro vedení kvůli vyšší možnosti nastavení polohy klece vůči převodníku. Po těchto úpravách bylo ramínko opět vyzkoušeno ve stojanu. Úprava konstrukce přinesla zlepšení a tímto bylo vodítko připraveno k testování v reálném terénu.

5.2 TESTOVÁNÍ PEVNOSTI

Jelikož vodítko je komponent, který není konstantně zatížen a má specifickou funkci, lze jen obtížně ověřit jeho pevnost výpočtem. Je možné teoreticky určit sílu, kterou působí řetěz na klec vodítka při rozkmitání a následně spočítat, zda je pevnost dostačující či nikoliv. Tyto výsledky jsou pouze orientační. Názornější je testování vodítka v provozu a následné posouzení pevnosti.

Problém může nastat v případě zanesení řetězu a drážky vodítka blátem při jízdě v mokřích podmínkách. Může se stát, že průchod řetězu zanesenou drážkou bude působit větší zatížení na vodítko. Ani v tomto případě však nelze přesně určit sílu působící na vodítko. Pokud řetěz pouze prokluzuje zanesenou drážkou, působí na vodítko menší síla než v případě, že dojde k zasekávání řetězu z důvodu přítomnosti kamínků. V krajním případě se stane, že se řetěz v drážce zasekne úplně. Pokud k tomuto dojde, můžou nastat tři situace:

- V prvním případě dojde k prokluzu v místě spoje mezi ramínkem a klecí a klec se jednoduše posunula vzhůru. Tento případ je nejpravděpodobnější díky zešíkmené horní stěně drážky. V případě posunutí nedojde k poškození vodítka.
- Druhou možností je poškození ramínka jeho ohnutím. Pokud k tomuto dojde, následuje úvaha o opravě ramínka anebo výrobě nové součásti.
- V nejhorším případě dojde k vytržení nýtů se závitem z rámu. V této situaci je možná potřeba opravy rámu.

5.3 TESTOVÁNÍ FUNKČNOSTI

Pro testování vodítka byl použit převodník určený pro dvojčepový pohon kola. Tento převodník se od převodníku narrow-wide liší tvarem zubů. Hlavní funkcí tohoto převodníku je dobré řazení, proto jsou jeho zuby mnohem menší, užší a tenčí než u narrow-wide převodníku, jehož zuby slouží především pro udržení řetězu na převodníku, a tedy ochrana proti pádu řetězu z převodníku je minimální. Použitý převodník byl již značně opotřebovaný, proto bez použití vodítka došlo k pádu řetězu velmi snadno i při jízdě po minimálních nerovnostech. Porovnání velikosti a tvaru zubů ukazuje obr. 25. Vlevo je převodník určený pro dvojčepový systém s malými zuby, který byl použit pro testování a vpravo jednopřevodník se zuby narrow-wide.



Obr. 25 Porovnání tvaru zubů převodníků [1]

Funkčnost vodítka lze nejlépe otestovat experimentálně a to jízdou přímo v terénu. Aby byla ověřena funkčnost vodítka, bylo třeba vybrat takové úseky, kde při jízdě bez vodítka pokaždé k pádu řetězu z převodníku dojde. Vhodným úsekem je sjezd v lese s kameny a kořeny, při kterém není řetěz v záběru a rázy snadno způsobí maximální rozkmitání řetězu a maximálně prověří funkčnost vodítka (obr. 26). Pád řetězu je též snadno dosažitelný při sjezdu městských schodů, zvláště pokud mají schody rozdílnou délku.

Vybrané technické úseky plné kořenů a nerovností byly nejprve několikrát projety bez použití vodítka. Bylo dokázáno, že z převodníku s malými zuby dojde k pádu téměř pokaždé, což ukázalo na nutnost jeho použití. Je to také metoda nejlepšího možného testování funkčnosti vodítka.

Pro test funkčnosti vodítka jsou vhodné tratě závodů cross country. Ty se vyznačují značnou technickou náročností danou množstvím přírodních i umělých překážek. Jednou z takových tratí je také trať v Brně-Pisárkách. Sjezdy s uměle vybudovanými překážkami s kameny a schody způsobí velké rozkmitání řetězu a možnost jeho pádu. V těchto úsecích je nejvíce otestována funkčnost vodítka. Jeden z těchto úseků ukazuje obr. 26.



Obr. 26: Technický úsek s kameny [1]

Vodítko bylo též testováno v závodě. Závodní nasazení je nejlepší možnost testování funkčnosti. V tréninkové jízdě je běžné, že se jezdec mnohdy podvědomě chová ke komponentům šetrně. Pomalejší jízda, větší přenášení jezdcova těžiště v těžkých úsecích a výběr nejlepší stopy přispívají šetření komponentů. Honbou za výsledkem v závodě však dosáhneme maximálního využití potenciálu všech komponentů. Větší rychlost jízdy ve sjezdu a omezený výběr ideální stopy přispívají k maximálnímu rozkmitání řetězu a tedy většího využití vodítka k udržení řetězu na převodníku.

Testování v závodním nasazení proběhlo na závodě Morkovský bajk. Tento 46 km dlouhý závod se jel 1. 4. 2017 v lesích u obce Morkovice-Slížany. Ačkoliv tento závod nepatří k technicky nejtěžším, nabízí několik rychlých sjezdů po polních a lesních cestách plných nerovností. Slyšitelné nárazy řetězu do klece v těchto úsecích a to, že během závodu nedošlo k pádu řetězu ukázalo, že vodítko plní svoji funkci dobře.

5.4 ZÁVĚR TESTOVÁNÍ

S vodítkem bylo naježděno celkem 250 km v různých terénech. K pádu řetězu při jeho používání nikdy nedošlo, což ukazuje na jeho správný návrh a funkci. Pozitivním závěrem je také konstatování správné funkce vodítka během závodu, kde byla ověřena správná funkčnost vodítka v těch nejtěžších podmínkách.

6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

Tato kapitola je zaměřena na porovnání možností výrobních metod obou součástí, posouzení nákladů na výrobu a uplatnění vodítka na trhu.

6.1 MOŽNOSTI VÝROBY SOUČÁSTI RAMÍNKO

1. možnost: Frézování

Frézování je metoda třískového obrábění. Jako řezný nástroj je použita fréza. Obrobek je upnut ke stolu pomocí T-drážek a upínek. Výhodou je velká rozšířenost frézek v dílnách zaručující dobrou dostupnost výroby. Frézování je jednoduché a energeticky nenáročné. Je vhodné pro kusovou výrobu. [15]

2. možnost: Laserové obrábění

Tato metoda je v současnosti stále více rozšiřována. To je zvyšuje možnost použít tuto metodu pro výrobu součásti ramínko. Výhodou této metody je možnost obrábět i křehké materiály, možnost obrábět i v těžce dostupných místech. [14]

3. možnost: Elektroerozivní obrábění

Pro výrobu malého množství součástí je také možno použít elektroerozivní obrábění. Elektroerozivní obrábění patří mezi nekonvenční metody obrábění. Tato metoda však není pro tento případ vhodná. Nevýhodou je pomalý odběr materiálu, energetická náročnost a špatná dostupnost. [14]

4. možnost: Lisování

Součást je také možno vystříhnout pomocí stříhacího lisu. Díky vysoké produktivitě je tato metoda vhodná pro velkosériovou výrobu. Výhodou je malý odpad materiálu. Není však vhodná pro kusovou výrobu z důvodu potřeby speciální formy pro vystřížení součásti. [16]

Výběr metody:

Po zvážení výhod a nevýhod byla vybrána jako výrobní metoda ramínka frézování z důvodu dobré dostupnosti a možnosti vyrobit součást ve školní dílně. Vhodnou alternativou je také vyřezání laserem, tato metoda však není dostupná ve školních podmínkách.

6.2 MOŽNOSTI VÝROBY SOUČÁSTI KLEC

1. možnost: 3D tisk

Pro výrobu jednoho kusu je vhodnou metodou 3D tisk. Tato v posledních letech stále více oblíbená metoda nabízí výrobu součásti téměř jakéhokoliv tvaru. Rozdílné materiály a vlastnosti jsou dány různými metodami tisku. Nevýhodou 3D tisku je menší pevnost součásti.

2. možnost: Vstřikování

Pro sériovou výrobu této součásti je vhodnou metodou vstřikování plastu. Tato metoda je pro vícekusovou výrobu oproti 3D tisku výhodná zejména svou rychlostí. Součást vyrobená vstřikováním je také pevnější a tužší, než 3D tiskem. Vyšší tuhost je dána větší hustotou materiálu v součásti a tím, že materiál tuhne najednou jako jeden kus a ne po vrstvách, jak je tomu u 3D tisku. Je však potřeba výroby formy pro vstřik materiálu. Toto je nevhodné pro

kusovou výrobu, zvláště v procesu výroby prototypu z důvodu komplikované změny tvaru formy při korekci rozměrů součástí.

Výběr metody:

Klec byla vyrobena 3D tiskem z důvodu jednoduchosti výroby a dostupnosti. Pevnost je sice menší než vstřikováním, na výrobu vzorku pro testovací účely je však pevnost dostačující.

6.3 CENA VÝROBY VZORKU

Výpočet ceny vyrobeného vzorku není přesný, pro představu nákladů na výrobu je ale dostačující. Velké rozdíly v ceně způsobí kusová a sériová výroba, kdy při odběru materiálu ve velkém množství vyjde lépe i jeho cena. Sporné je také započítání do ceny výroby jednoho vzorku i cena frézy, kterou je možno použít pro výrobu více kusů.

Potřebný rozměr a dostupné formáty plechu porovnává tabulka 2:

Tabulka 2: Porovnání dostupných plechů [1][19][20]

Na trhu	Formát (mm)	Počet součástí (ks)	Cena (Kč)
Potřebný	100 x 200	1	-
Plech 1	1000 x 2000	100 <	2000,-
Plech 2	200 x 500	5	350,-

V případě použití plechu 2 je cena materiálu pro výrobu jedné součásti 70 Kč. Tato cena byla použita pro výpočet ceny vyrobeného vzorku. Vzhledem k dodávání těchto plechů ve velkých formátech, existuje také možnost použít pro výrobu odřezky z plechů větších formátů. Plech použitý pro výrobu ramínka byl opatřen jako zbytek z předešlé výroby ve školní dílně. [19][20]

Cena energie spotřebované frézou se stanoví:

- Výpočet činného výkonu ze zdánlivého zjištěného na štítku frézky,

$$P = S \cdot \cos \varphi \quad [\text{kW}] \quad (6.3.1)$$

$$P = 15 \cdot 0,8 = 12 \text{ kW}$$

$$P = 12 \text{ kW}$$

Kde S = zdánlivý výkon zjištěný ze štítku na frézce [22]

$\cos \varphi$ - účinník vyjadřující poměr mezi zdánlivým a činným výkonem

- zjištění spotřebované energie,

$$E = P \cdot t \quad [\text{kWh}] \quad (6.3.2)$$

$$E = 12 \cdot 0,161 = 1,933 \text{ kWh}$$

$$E = 1,933 \text{ kWh}$$

Kde P = výkon frézky

t = čas obrábění součásti

- výpočet ceny energie.

$$C_{en} = E_h \cdot E \quad [\text{Kč}] \quad (6.3.3)$$

$$C_{en} = 3,71 \cdot 1,933 \text{ Kč}$$

$$C_{en} = 7,17 \text{ Kč}$$

Kde E_h = sazba za kWh

E = spotřebovaná energie

Cena elektřiny pro průmysl je stanovena individuálně pro každé pracoviště, dílnu či firmu a jednotlivé tarify se liší v závislosti na místě a množství odebírané elektrické energie. Jelikož nebyla zjištěna přesná cena za kWh elektrické energie ve školní dílně, byla pro výpočet použita aktuální průměrná cena, tedy 3,71 Kč za 1 kWh. [21]

Pro obrábění byla použita celokarbidová fréza. Cena nástroje se pohybuje kolem 400 Kč. Cena této frézy není počítána do výrobní ceny ramínka, protože je možné použít jeden nástroj pro výrobu více kusů. [23]

Cena materiálu pro výrobu klece se odvíjí od hmotnosti součásti. Na základě podmínek pro výrobu součástí na 3D tiskárnách ve školní laboratoři byla cena klece vypočítána na 20 Kč, včetně energie spotřebované tiskárnou.

Cena spojovacího materiálu použitého pro spojení obou součástí je pouze v řádu korun. V případě kusové nebo malosériové výroby není podstatné se touto cenou více zabývat. Při sériové výrobě můžou však být náklady na pořízení většího počtu kusů šroubů, matic a podložek významné pro výslednou cenu výroby. Celková cena šroubu, podložek a matice byla 2 Kč. [24]

Náklady na výrobu a celkovou cenu přehledně ukazuje tabulka 3:

Tabulka 3: Náklady na výrobu vodítka [1]

Položka	Cena [Kč]
Materiál pro výrobu ramínka	70,-
Energie pro výrobu ramínka	7,17,-
Materiál a energie pro výrobu klece	20,-
Spojovací materiál	2,-
Cena celkem	99,17,-

6.4 POROVNÁNÍ AUTOROVA VODÍTKA S KONKURENCÍ

Porovnání navrženého vodítka s dostupnými vodítky na trhu ukazuje tabulka 4. Je však pouze orientační, neboť cena u vyrobeného vzorku je pouze výrobní. Hmotnost návrhu je možné ještě snížit odstraněním přebytečného materiálu nebo použitím jiných materiálů. Pokud porovnáme ceny vodítek, jde vidět, že ceny dostupných vodítek jsou poměrně vysoké a rozdílné.

Tabulka 4: Porovnání vodítek [1][3][4][25]

Vodítko	Typ uchycení	Hmotnost [g]	Cena [Kč]
Autorův návrh	Na sedlovou trubku	50	100,-
e*thirteen TRS+ High direct mount	Direct mount	61	1975,-
Manobike En Top Mini	ISCG05	24	990,-
Cabtech Objímka	Objímka	48	1690,-

7 DISKUZE VÝSLEDKŮ

V rámci této bakalářské práce bylo vyrobeno funkční vodítko proti padání řetězu u jednopřevodníkového systému pohodu kola. Správnost navržených důležitých rozměrů byla ověřena testováním. Funkčnost vodítka byla prokázána testováním v tréninku i závodě. Navržený způsob upnutí se ukázal jako nejlepší možné řešení při daných podmínkách a parametrech rámu. Pevnost vyrobeného vzorku je vyhovující. Při zkoušce pevnosti vodítka upnutého k rámu byla cítit malá vůle. Ta je však způsobena menší pevností spoje rámu a nýtů se závity, do kterých se vodítko upne.

7.1 VÝHODY A NEVÝHODY

Nevýhodou navrženého způsobu upnutí jsou velké rozměry vodítka. Současný trend výrobců komponentů na horská kola je výroba minimalistických vodítek. Navržený způsob je však nejlepším možným řešením bez nutnosti dodatečných úprav na rámu. Je možné na rám přilepit matky se závitem ke středu rámu a navrhnout vodítko s menšími rozměry. Tento krok byl však zamítnut.

Výhodou navrženého upnutí je možnost instalace košíku na láhev přímo na vodítko (obr. 27). To je výhoda pro dlouhé závody typu maraton nebo letní vyjížděky. Výhodou je také možnost upnutí vodítka bez nutnosti demontáže klik a misek s ložisky.



Obr. 27 Ukázka upnutí košíku na vodítko [1]

7.2 ZHODNOCENÍ HMOTNOSTI A MATERIÁLU

Velké rozměry navrženého vodítka přinášejí i relativně vysokou hmotnost ve srovnání s konkurenčními vodítky, ty však používají jinou konstrukci. Hmotnost vyrobeného vzorku je 50 g. V porovnání s dostupnými vodítky na trhu patří tento návrh vodítka spíše k těžším. Hmotnost je možné regulovat úběrem materiálu v místech, kde nedojde k ovlivnění pevnosti. Je možno zúžit část ramínka mezi šrouby k uchycení nebo použít odlehčovací otvory nad drážkou k vedení klece. Významné redukce hmotnosti je možno dosáhnout také výrobou vodítka z jiných materiálů, například karbonu.

Materiál pro výrobu vodítka byl volen s ohledem na dostupnost. V případě potřeby lze obě součásti vyrobit z jiných materiálů. Vhodnou alternativou pro výrobu ramínka je použití titanu. Součást bude lehčí, titan je však drahý a hůře dostupný. Ramínko lze také vyrobit z karbonu. Karbonové ramínko přinese váhovou úsporu a vysokou pevnost. Pro jeho výrobu je však nutno vyrobit formu, která určí jeho tvar a na kterou se budou klást vrstvy uhlíkové tkaniny. Vhodným materiálem pro výrobu klece je plast díky malé hmotnosti a dostatečné pevnosti. Klec lze také vyrobit z titanu nebo hliníku. Vhodnější je ovšem použití karbonu, který lze při výrobě snadno tvarovat, má vysokou pevnost a nízkou hmotnost. Nejvhodnějším materiálem pro klec je ale plast.

7.3 BAREVNÉ PROVEDENÍ

Barevné provedení klece, ramínka i podložek je možno měnit a různě kombinovat. Je možno vyrobit všechny součásti stejnou barvou anebo barvy součástí různě kombinovat v barvě rámu anebo doplňků celého kola a dosáhnout tím esteticky sladěného celku. Eloxované ramínko lze vyrobit v různých barvách kromě bílé. Ramínko je také možno nalakovat v jakékoliv barvě. Nevýhodou lakování je však malá odolnost proti poškrábání. Ramínko a klec lze také spojit šroubem eloxovaným v požadované barvě. Barvu klece a podložek určuje barva materiálu použitého pro výrobu. Následně je možno součásti lakovat k dosažení požadované barvy.

7.4 POUŽITÍ PRO JINÁ KOLA

Vodítko bylo vyzkoušeno i na jiné rámy, celkem na čtyři. Bylo přichyceno na rámy jiných značek a posouzena jeho univerzálnost na základě rozdílné geometrie rámu. Důležitým parametrem pro použití vodítka na jiných rámech je umístění šroubů uchycení košíku na sedlové trubce. Jejich rozteč je vždy stejná, proto s montáží není problém. Důležitý je také sklon sedlové trubky. Bylo zjištěno, že na dva rámy je možno vodítko bez problémů použít a na jeden byl nedostatečný rozsah drážky. Na jeden rám vodítko nesedělo vůbec. Jednalo se o celoodpružený rám, který má šrouby k uchycení umístěny příliš blízko středu z důvodu uložení vahadla.

Bylo usouzeno, že pro pevné rámy je možno vodítko použít téměř pokaždé. Vetší univerzálnosti by pomohlo rozšíření drážky pro vedení klece. S použitím vodítka pro celoodpružené rámy je však problém kvůli umístění vahadla nebo tlumiče.

7.5 UPLATNĚNÍ NA TRHU

Uplatnění na trhu si vodítko bezesporu najde, protože nabízí jiný typ uchycení, než jaké jsou dostupné (obr. 28). Pokud by i jiný jezdec měl podobný problém jako autor této bakalářské práce, je pro něj toto vodítko dobrá volba. Není však univerzální jako jiné systémy uchycení, proto nemusí dobře sedět a fungovat na jiných rámech, než pro jaký bylo navrženo. Možnost jeho použití pro jiné rámy musí být vyzkoušena. Výhodou tohoto vodítka je nízká cena, což je hlavní výhoda proti konkurenci.



Obr. 28 Vodítko na rámu [1]

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá výrobou vodítka proti padání řetězu u jednopřevodníkového systému pohonu kol typu cross country. V první části práce byly představeny dostupné systémy uchycení vodítek k rámu kola a vysvětleno, proč není možné použít tyto typy pro autorovy podmínky.

Následně byly sestaveny dvě možnosti konstrukčního řešení upnutí vodítek a vybrána vhodná varianta. Vodítko je sestaveno ze dvou součástí a podložek spojených pomocí šroubu. Byla vybrána vhodná metoda výroby pro každou součást a porovnána s jinými možnými výrobními metodami.

Vodítko bylo vyrobeno ve školních podmínkách, nainstalováno na kolo a testováno v reálném provozu. Byly zjištěny nedostatky u prvotních návrhů, které byly odstraněny pro zlepšení funkce. Hmotnost vodítka je 50 g. Cena výroby byla 100 Kč. Funkčnost a správnost navržené konstrukce byla dokázána v jízdě terénem i závodním nasazení. Výsledky testování dopadly pozitivně. S vodítkem bylo najeto 250 km a k pádu řetězu při jeho používání nedošlo.

Nakonec byla zhodnocena ekonomičnost, uplatnitelnost na trhu, možnost použití pro různá kola a vhodnost vybraných výrobních metod navrženého typu. Bylo zjištěno, vybrané metody pro kusovou výrobu použitých součástí jsou nejvhodnější. Zhodnocena byla také možnost použití jiných materiálů pro výrobu a různého barevného provedení všech součástí.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Vlastní fotografie/tabulka
- [2] MRP BB Adapter Plate To ISCG-05. In: Trekbicyclesuperstore [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.trekbicyclesuperstore.com/product/mrp-bb-adapter-plate-to-iscg-05-245654-1.htm>
- [3] LG1 CHAINGUIDES. In: Bythehive.com [online]. Germany [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <https://bythehive.com/pages/chainguides>
- [4] En Top mini. In: Manobike.com [online]. Holešov [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.manobike.com/en-top-mini-iscg05-modra#prettyPhoto>
- [5] MRP 1x V3 Alloy Chain Guide 28-38T BB Mount Black. In: Amazon.com [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <https://www.amazon.com/MRP-Alloy-Chain-Guide-28-38T/dp/B00Y4W5CLM>
- [6] HOPE Chainguide 02. In: R2-bike.com [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <https://r2-bike.com/HOPE-Chainguide-02-Seat-Tube-Low-Mount>
- [7] World Cup XC, Pro Bike Check: Rainbow Orbea Oiz of World Champion Catharine Pendrel. In: Bikerumor.com [online]. Cory Benson, 2015 [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <https://www.bikerumor.com/2015/06/04/world-cup-xc-pro-bike-check-rainbow-orbea-oiz-of-world-champion-catharine-pendrel/>
- [8] ONE UP COMPONENTS LOW DIRECT MOUNT (S3/TYPE E) Chain Guide. In: Probikeshop.com [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.probikeshop.com/en/cz/one-up-components-low-direct-mount-s3-type-e-chain-guide/125296.html>
- [9] SVOBODA, Pavel a Jan BRANDEJS. Výběry z norem: pro konstrukční cvičení. Brno: CERM, 2013. ISBN 978-80-7204-80-838-0.
- [10] Dural. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Dural>
- [11] SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a Jiří DVOŘÁČEK. Základy konstruování. Brno: CERM, 2013. ISBN 978-80-7204-839-7.
- [12] DOČKAL, Kryštof. E-mailová korespondence s Kryštofem Dočkalem. [online] 2017.
- [13] Rapid prototyping. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Rapid_prototyping
- [14] HUMÁR, CSC., Doc. Ing. Anton. TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ [online]. In: . Brno, 2004 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz/dtb/eopory.php>

- [15] Základy frézování: Učební prezentace DTB. Brno. Dostupné také z: <http://ust.fme.vutbr.cz/dtb/>
- [16] VÝROBNÍ STROJE II.: MECHANICKÉ LISY [online]. In: POKORNÝ, CSC., Doc. Ing. Přemysl. Liberec, 1998 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: http://www.kvs.tul.cz/download/vyrobni_stroje/tvareci.pdf
- [17] Eloxování hliníku. Povrchove-technologie.cz [online]. COPYRIGHT © 2009 BÁRTA A CIHLÁŘ, SPOL. S R.O., 2009 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.povrchove-technologie.cz/cz/technologie/eloxovani-hliniku/>
- [18] Eloxování hliníku: Pracovní postup. Astronom.cz [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.astronom.cz/procyon/chemistry/elox.html>
- [19] PLECH HLINÍKOVÝ (AlMg3) (dural). S-hobby.cz [online]. [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: http://www.s-hobby.cz/rctruck/stranky/_29131-plech-hlinikovy--almg3---dural---ruzne-tloustky.htm
- [20] Hliníkové plechy přírodní. Aluminiumshop.cz [online]. BeeShop, Copyright ©, 2012 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.aluminiumshop.cz/?c=159/hlinikove-plechy-prirodni>
- [21] Aktuální (průměrná) cena 1 kWh elektřiny. Energie123.cz [online]. Webnode, 2017 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>
- [22] How to convert kVA to kW. Rapidtables.com [online]. 2017 [cit. 2017-04-21]. Dostupné z: <http://www.rapidtables.com/convert/electric/kva-to-kw.htm>
- [23] 4 mm vysoce kvalitní karbidová fréza spirálová. Maxpaint.cz [online]. webDesign Studio 9 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://citace.lib.vutbr.cz/dokument/jybmi6dnF5Wysx1J>
- [24] Šroub válcová hlava - inbus DIN 912 M5x35-12.9. Spojovací-material.net [online]. Prumex [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.spojovaci-material.net/sp/srouby/valcova-a-zaoblana-hlava/valcova-imbus-din-912/.html>
- [25] Vodítko na objímku. Cabtech.cz [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <https://cabtech.cz/vod%C3%ADtka.php>
- [26] Eloxování hliníku. In: Astronom.cz [online]. [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.astronom.cz/procyon/chemistry/elox.html>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$\cos \varphi$	[-]	Účinník
C_{en}	[Kč]	Cena energie
E	[kWh]	Spotřebovaná energie
E_h	[Kč]	Sazba za jednu kWh energie
F	[dm ²]	Plocha součásti
I	[A]	Proud
I_A	[A·dm ⁻²]	Proudová hustota
P	[kW]	Výkon
S	[kVA]	Zdánlivý výkon
t	[h]	Čas

SLOVNÍK ODBORNÝCH POJMŮ Z CYKLISTIKY

Pojem	Význam
Cross country	Závod na horských kolech s hromadným startem, kdy se závodí na okruhu v terénu obsahujícím sjezdy i výjezdy, který jezdci absolvují tolikrát, aby byla délka závodu maximálně dvě hodiny.
Maraton	Závod s hromadným na jeden okruh dlouhý 50 – 150 km v terénu obsahující sjezdy i výjezdy a časově delší než cross country.
Enduro	Závod s jednotlivým startem v terénu sestaven z rychlostních zkoušek a přejezdů mezi nimi. Čas je měřený na rychlostních zkouškách vedených převážně z kopce.
Freeride	Zavodní disciplína, kdy je trať vedena z kopce v neupraveném terénu. Hodnocen je styl jízdy.
Fourcross	Umělé tratě vedoucí z kopce doplněné přírodními i umělými překážkami. Jedou proti sobě čtyři závodníci a závod je veden vyřazovacím způsobem.
Downhill	Zavodní disciplína, kdy je trať vedena z kopce doplněna o přírodní nebo umělé překážky a skoky. Podstatou je projet trať co nejrychleji.
Bottom bracket	Typ středového složení rámu, kdy jsou ložiska nalisovány do hliníkových misek, které jsou do rámu namontovány.
PressFit	Typ středového složení rámu, kdy jsou ložiska vloženy do plastových misek, které jsou do rámu nalisovány.
BB30	Typ středového složení, kdy jsou ložiska nalisovány přímo do rámu.
Technický úsek	Cyklistický pojem označující úsek v terénu, jehož správné a rychlé projetí vyžaduje dobré dovednosti jezdce. Jako technický úsek jsou většinou označovány sjezdy nebo výjezdy s přírodními překážkami, kameny a kořeny.
Direct mount	Typ uchycení vodítka
ISCG	Typ uchycení vodítka
e*thirteen	Výrobce cyklistických komponentů
Narrow-wide	Typ převodníku, u kterého se střídají úzké a široké zuby

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1:	Výkres součásti klec	4-3pSSZ-01
Příloha 2:	Výkres součásti podložka	4-3pSSZ-02
Příloha 3:	Výkres součásti ramínko	3-3pSSZ-03
Příloha 4:	Výrobní program součásti ramínko	